

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Ergonomi

Ergonomic berasal dari bahasa latin yaitu *ergon* yang berarti kerja dan *nomos* yang berarti hukum alam dan juga dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek – aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yaitu ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen dan desain/perancangan. Selain itu, ergonomi berkenaan pula dengan optimisasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan dan kenyamanan manusia di tempat kerja, di rumah, dan tempat rekreasi Nurmianto (2015).

Ergonomi merupakan aplikasi prinsip keilmuan, metode dan data yang didapatkan dari disiplin ilmu yang bervariasi untuk membangun suatu sistim keteknikan dimana manusia terkait didalamnya (Kroemer, 2001).

Penerapan ergonomi pada umumnya merupakan aktivitas mengenai desain atau re-desain. Hal ini meliputi perangkat keras seperti alat perkakas kerja, pegangan alat kerja, kursi kerja, sistem pengendali dan lain-lain.

2.2 Musculoskeletal Disorders (MSDs)

Menurut NIOSH (1997) yang dimaksud dengan *musculoskeletal disorders* adalah sekelompok kondisi patologis yang mempengaruhi fungsi normal dari jaringan halus sistem *musculoskeletal* yang mencakup sistem syaraf, tendon, otot dan struktur penunjang seperti *discus intervertebral*.

Nur Ikrimah (2009) menerangkan berdasarkan *Canadian Center for Occupational Health and Safety*, Aktivitas kerja seperti pekerjaan yang bersifat repetitif, atau pekerjaan dengan postur yang tidak normal adalah hal yang dapat menyebabkan munculnya gangguan MSDs, yang sakitnya dapat dirasakan selama bekerja atau pada saat tidak bekerja.

Merulalia (2010) tanda awal yang menunjukkan terjadinya gangguan MSDs yaitu bengkak (*sweeling*), gemetar (*numbness*), kesemutan (*tingling*), sakit (*aching*), dan rasa terbakar (*burningpain*). Gejala yang akan menunjukkan tingkat keparahan *Musculoskeletal Disorders* dapat dilihat dari:

- Tahap 1: Sakit atau pegal-pegal dan kelelahan selama jam kerja tapi gejala ini biasanya menghilang setelah waktu kerja (dalam satu malam). Tidak berpengaruh pada performa kerja. Efek ini dapat pulih setelah melewati waktu satu malam setelah istirahat.
- Tahap 2: Gejala ini tetap ada setelah bekerja. Tidur mungkin terganggu, kadang-kadang menyebabkan berkurangnya performa kerja.
- Tahap 3: Gejala ini tetap ada walaupun setelah istirahat, nyeri terjadi ketika bergerak secara repetitif. Tidur terganggu dan sulit untuk melakukan pekerjaan, kadang-kadang tidak sesuai kapasitas kerja.

2.2.1 Keluhan MSDS

Keluhan *musculoskeletal* adalah keluhan pada bagian-bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dan dalam waktu yang lama, akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligament, dan tendon. Keluhan hingga kerusakan inilah yang biasanya diistilahkan dengan keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) atau cedera pada sistem *musculoskeletal* (Tarwaka, 2004).

Secara garis besar keluhan *Musculoskeletal* dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu : Keluhan sementara (*reversible*), yaitu keluhan otot yang terjadi pada saat otot menerima beban statis, namun demikian keluhan tersebut akan segera hilang apabila pembebanan dihentikan, dan Keluhan menetap (*persistent*), yaitu keluhan otot yang bersifat menetap. Walaupun pembebanan kerja telah dihentikan, namun rasa sakit pada otot masih terus berlanjut (Tarwaka, 2004).

2.2.2 Mekanisme Nyeri

Pada hakikatnya nyeri merupakan hasil iritasi terhadap ujung-ujung serabut syaraf penghantar *impuls* nyeri, yang dikenal sebagai serabut nyeri. Iritasi berasal dari adanya proses patologik, seperti tarikan, penekanan, infeksi, pendarahan, *metastase* dan lain-lain. Tempat proses patologi mengiritasi serabut nyeri dikenal sebagai sumber nyeri. Nyeri otot dibagi menjadi dua jenis (Permana, 2003) yaitu ;

- Myalgia (nyeri otot), yang bilamana dilakukan penekanan terhadap

otot yang bersangkutan akan menimbulkan rasa nyeri yang sangat sakit.

- Pegal adalah perasaan tidak enak diotot yang dirasakan disepanjang otot yang terkena, namun pada tempat-tempat tertentu terdapat daerah yang keras sekali, yang dikenal sebagai *myofacial trigger point*.

Keluhan nyeri otot akibat kontraksi otot yang terus menerus akan mengakibatkan terjadinya iritasi kimiawi dan kompresi pada serabut otot juga pada pembuluh darah sebagai akibat tertimbunnya sampah metabolik pada otot, sedangkan pada waktu bersamaan terjadi juga fase konstiksi pembuluh darah. Penimbunan sampah metabolik ini menyebabkan iritasi pada sistem reseptor dari otot-otot leher, iritasi ini terjadi oleh karena peningkatan aktifitas motorunit untuk masa waktu yang panjang dari setiap otot dan akan mengakibatkan rasa nyeri pada otot.

2.3 Gangguan Kesehatan Pada *Muculoskeleal* Tiap Bagian Tubuh

NIOSH (1997) menjelaskan bahwa *Musculoskeletal Disorders (MSDs)* dapat disebabkan oleh berbagai faktor resiko, baik berupa faktor tunggal maupun kombinasi dari berbagai faktor resiko. Berikut ini adalah beberapa jenis cedera yang mungkin dialami pekerja disebabkan pekerjaannya.

2.3.1 Cedera Pada Tangan

Cedera pada bagian tangan, pergelangan tangan dan siku bisa disebabkan dari pekerjaan tangan yang intensif sehingga memungkinkan terjadinya postur janggal pada tangan dengan durasi yang lama, pergerakan yang berulang/repetitif, dan tekanan dari peralatan/material kerja. Sembilan belas studi menyatakan bahwa pekerjaan repetitive berpengaruh pada cedera pada tangan dan pergelangan tangan misalnya CTS. Pada tiga grup pekerjaan menyimpulkan bahwa prevalensi CTS ditemukan sebesar 14,5% sebagai gejala awal dari pergerakan repetitive yang dilakukan pekerja.

- a) *Tendinitis*. merupakan peradangan pada tendon, adanya struktur ikatan yang melekat pada masing-masing bagian ujung dari otot ketulang. Keadaan tersebut akan semakin berkembang ketika tendon terus menerus digunakan

untuk mengerjakan hal-hal yang tidak biasa seperti tekanan yang kuat pada tangan, membengkokkan pergelangan tangan selama bekerja, atau menggerakkan pergelangan tangan secara berulang. Jika ketegangan otot tangan ini terus berlangsung, akan menyebabkan tendinitis. Gejala yang dirasakan antara lain Pegal sakit pada bagian tertentu khususnya ketika bergerak aktif seperti pada siku dan lutut yang disertai dengan pembengkakan. Kemerah-merahan, terasa terbakar, sakit dan membengkak ketika bagian tubuh tersebut beristirahat. Pekerjaan yang berpotensi antara lain adalah Industri perakitan *automobile*, pengemasan makanan, juru tulis, sales, manufaktur.



(Sumber:NIOSH, 2007)

Gambar 2.1 Postur Kerja Pada Tangan yang Menyebabkan *Tendinitis*

- b) *Carpal Tunnel Syndrome* (CTS). CTS dapat menyebabkan sulitnya seseorang menggenggam sesuatu pada tangannya. CTS merupakan Gangguan tekanan/pemampatan pada syaraf yang mempengaruhi syaraf tengah, salah satu dari tiga syaraf yang menyuplai tangan dengan kemampuan sensorik dan motorik. CTS pada pergelangan tangan merupakan terowongan yang terbentuk oleh carpal tulang pada tiga sisi dan ligament yang melintanginya. Gejalanya antara lain Gatal dan matirasa pada jari khususnya di malam hari, sakit seperti terbakar, matirasa yang menyakitkan, sensasi bengkak yang tidak terlihat, melemahnya sensasi genggamannya karena hilangnya fungsi syaraf sensorik. Faktor risiko yang dapat menyebabkan CTS *Manual handling*, postur, getaran, repetisi, *force/gaya* yang membutuhkan peregangan, frekuensi, durasi, suhu.

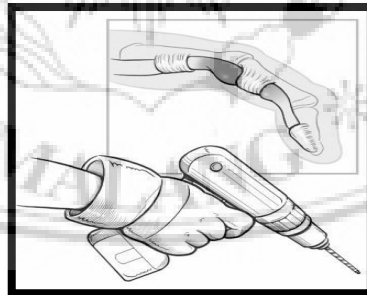
Pekerjaan yang berpotensi adalah pekerjaan Mengetik dan proses pemasukan data, kegiatan manufaktur, perakitan, penjahit dan pengepakan/pembungkusan.



(Sumber: NIOSH, 2007)

Gambar2.2 Postur Kerja PadaTangan yang Menyebabkan
Carpal Tunnel Syndrome

- c) *Triggerfinger*. Tekanan yang berulang pada jari-jari (pada saat menggunakan alat kerja yang memiliki pelatuk) dimana menekan tendon secara terus menerus hingga ke jari-jari dan mengakibatkan rasa sakit dan tidak nyaman pada bagian jari-jari.



(Sumber:NIOSH, 2007)

Gambar 2.3 Postur Kerja Pada Tangan yang Menyebabkan *Trigger finger*

- d) *Epicondylitis*. Merupakan rasa nyeri atau sakit pada bagian siku. Rasa sakit ini berhubungan dengan perputaran ekstrim pada lengan bawah dan pembengkokan pada pergelangan tangan. Kondisi ini juga biasa disebut *tennis elbow* atau *golfer's elbow*.



(Sumber:NIOSH, 2007)

Gambar 2.4 Postur Kerja Pada Tangan yang Menyebabkan
Epicondylitis

- d) *Hand-Arm Vibration Syndrome (HAVS)*. Gangguan pada pembuluh darah dan syaraf pada jari yang disebabkan oleh getaran alat atau bagian/permukaan benda yang bergetar dan menyebar langsung ketangan. Dikenal juga sebagai getaran yang menyebabkan *white finger*, *traumaticvasospasticdiseases* atau fenomena *Raynaud's* kedua. Gejala dari HAVS adalah Mati rasa, gatal-gatal, dan putih pucat pada jari, lebih lanjut dapat menyebabkan berkurangnya sensitivitas terhadap panas dan dingin. Gejala biasanya muncul dalam keadaan dingin. Faktor yang berisiko menyebabkan HAVS diantaranya adalah Getaran, durasi, frekuensi, intensitas getaran, suhu dingin. Pekerjaan yang berisiko adalah Pekerjaan konstruksi, petani atau pekerja lapangan, perusahaan automobile dan supir truk, penjahit, pengebor, pekerjaan memalu, gerinda, penyangga, atau penggosok lantai.

2.4 Metode Analisa Sikap Kerja

2.4.1 *Ovako Working Posture Analysis System (OWAS)*

OWAS merupakan sebuah metode analisa postur kerja dengan melakukan evaluasi postur kerja yang mengakibatkan cedera *musculoskeletal* (Karhu dkk, 1997). Metode ini mulai berkembang pada awal tahun tujuh puluhan di perusahaan Ovako Oy Finlandia (sekarang Fundia Wire). Metode ini mulai dikembangkan pertama kali oleh Karhu Dkk 1981, yang didasarkan pada klasifikasi yang sederhana dan sistematis dari sikap kerja yang dikombinasikan dengan pengamatan dari tugas selama bekerja.

Metode OWAS mengkodekan sikap kerja pada bagian punggung, tangan, kaki, dan berat beban. Masing-masing bagian memiliki klasifikasi sendiri-sendiri. Metode ini cepat dalam mengidentifikasi sikap/postur kerja yang berpotensi menimbulkan kecelakaan. Kecelakaan kerja yang menjadi perhatian adalah cedera *musculoskeletal*.

Prosedur OWAS dilakukan dengan melakukan observasi untuk mengambil data postur, beban/tenaga, dan fase kerja. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengkodean berdasar data tersebut. Evaluasi penilaian didasarkan pada skor dari tingkat bahaya postur kerja yang ada. Kemudian dihubungkan dengan kategori tindakan yang harus diambil. Klasifikasi postur kerja dari metode OWAS adalah pada pergerakan tubuh bagian belakang/punggung (back), lengan (arms), dan kaki (legs). Setiap postur tubuh tersebut terdiri dari 4 postur bagian belakang, 3 postur lengan, dan 7 postur kaki. Berat beban yang dikerjakan juga dilakukan penilaian mengandung skala 3 point.

Berikut ini klasifikasi sikap kerja dari metode OWAS :

A. Sikap Punggung



(SumberAnggraini & Pratama, 2012)

Gambar 2.5 Klasifikasi sikap kerja bagian punggung

1. Lurus
2. Membungkuk
3. Memutar atau miring kesamping
4. Membungkuk dan memutar atau membungkuk kedepan dan menyamping

B. Sikap Lengan



(SumberAnggraini & Pratama, 2012)

Gambar 2.6 Klasifikasi sikap kerja bagian lengan

1. Kedua lengan berada dibawah bahu
2. Satu lengan berada pada atau diatas bahu
3. Kedua lengan pada atau diatas bahu

C. Sikap Kaki



(SumberAnggraini & Pratama, 2012)

Gambar 2.7 Klasifikasi sikap kerja bagian kaki

1. Duduk
2. Berdiri bertumpu pada kedua kaki lurus
3. Berdiri bertumpu pada satu kaki lurus
4. Berdiri bertumpu pada kedua kaki dengan lutut ditekuk
5. Berdiri bertumpu pada satu kaki dengan lutut ditekuk
6. Berlutut pada satu atau kedua lutut
7. Berjalan

D. Berat Beban

1. Berat beban adalah kurang dari 10 Kg ($W < 10 \text{ Kg}$)
2. Berat beban adalah 10 Kg – 20 Kg ($10 \text{ Kg} < W \leq 20 \text{ Kg}$)
3. Berat beban adalah lebih besar dari 20 Kg ($W > 20 \text{ Kg}$)

Kemudian dari nilai tiap postur dimasukkan ke dalam tabel kategori seperti di bawah ini:

Tabel 2.1. Tabel kategori OWAS

Back	arms	1			2			3			4			5			6			7			Legs
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Use of force
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	

(Sumber : The Occupational Ergonomics Handbook, 2003)

Sikap kerja yang diamati dikelompokkan dalam empat kategori sebagai berikut :

KATEGORI 1: Pada sikap ini tidak masalah pada sistem *muskuloskeletal*. Tidak perlu perbaikan.

KATEGORI 2: Pada sikap ini berbahaya pada sistem *muskuloskeletal* (sikap kerja mengakibatkan pengaruh ketegangan yang signifikan). Perlu perbaikan dimasa yang akan datang.

KATEGORI 3: Pada sikap ini berbahaya bagi sistem *muskuloskeletal* (sikap kerja mengakibatkan pengaruh ketegangan yang sangat signifikan). Perlu perbaikan segera mungkin.

KATEGORI 4: Pada sikap ini berbahaya bagi system *muskuloskeletal* (sikap kerja ini mengakibatkan resiko yang jelas). Perlu perbaikan secara langsung/saat ini. Tindakan perbaikan dilakukan pada sikap kerja untuk memperbaiki tempat kerja, sehingga dapat mengurangi sikap kerja yang berbahaya bagi *muskuloskeletal disorders*.

2.4.2 Aplikasi dalam Perancangan Produk

Penggunaan data antropometri dalam penentuan ukuran produk harus mempertimbangkan prinsip-prinsip dibawah ini agar produk yang dirancang bisa sesuai dengan ukuran tubuh pengguna (Wignjosoebroto, 2003)yaitu :

1. Prinsip perancangan produk bagi individu dengan ukuran ekstrim

Rancangan produk dibuat agar bisa memenuhi 2 sasaran produk,yaitu :

- a. Sesuai dengan ukuran tubuh manusia yang mengikuti klasifikasi ekstrim.
- b. Tetap bisa digunakan untuk memenuhi ukuran tubuh yang lain (mayoritas dari populasi yang ada), Agar dapat memenuhi sasaran pokok tersebut maka ukuran diaplikasikan, yaitu:

- Dimensi minimum yang harus ditetapkan dari suatu rancangan produk umumnya didasarkan pada nilai *percentile* terbesar misalnya *90-th*, *95- th*, atau *99-th percentile*.
- Dimensi maksimum yang harus ditetapkan diambil berdasarkan *percentile* terkecil misalnya *1-th*, *5-th*, atau *10-th percentile*

2. Prinsip perancangan produk yang bisa dioperasikan diantara rentang ukuran tertentu (*adjustable*).

Produk dirancang dengan ukuran yang dapat diubah-ubah sehingga cukup fleksible untuk dioperasikan oleh setiap orang yang memiliki

berbagai macam ukuran tubuh. Mendapatkan rancangan yang fleksibel semacam ini maka data antropometri yang umum diaplikasikan adalah dalam rentang nilai 5-th sampai dengan 95-th.

3. Prinsip perancangan produk dengan ukuran rata-rata

Produk dirancang berdasarkan pada ukuran rata-rata tubuh manusia atau dalam rentang *50-th percentile*.

Berkaitan dengan aplikasi data antropometri yang diperlukan dalam proses perancangan produk ataupun fasilitas kerja, beberapa rekomendasi yang bisa diberikan sesuai dengan langkah-langkah, sebagai berikut:

- Pertamakali terlebih dahulu harus ditetapkan anggota tubuh yang manayang nantinya difungsikan untuk mengoperasikan rancangan tersebut,
- Tentukan dimensi tubuh yang penting dalam proses perancangan tersebut, dalam hal ini juga perlu diperhatikan apakah harus menggunakan data *structural bodydimension* atau *functional bodydimension*,
- Selanjutnya tentukan populasi terbesar yang harus diantisipasi, diakomodasikan dan menjadi target utama pemakai rancangan produk tersebut,
- Tetapkan prinsip ukuran yang harus diikuti semisal apakah rancangan rancangan tersebut untuk ukuran individual yang ekstrim, rentang ukuran yang fleksibel atau ukuran rata-rata,
- Pilih persentil populasi yang harus diikuti; ke-5, ke-50, ke-95 atau nilai persentil yang lain yang dikehendaki.

Setiap dimensi tubuh yang diidentifikasi selanjutnya pilih atau tetapkan nilai ukurannya dari tabel data antropometri yang sesuai. Aplikasikan data tersebut dan tambahkan faktor kelonggaran (*allowance*) bila diperlukan seperti halnya tambahan ukuran akibat factor tebalnya pakaian yang harus dikenakan oleh operator, pemakaian sarung tangan (*gloves*), dan lain-lain.

Mengembangkan konsep perancangan produk, fasilitas maupun kondisi kerja yang bisa diharapkan bisa memperbaiki kinerja (*performance*) dengan

mengacu pada atribut-atribut ergonomis yang telah ditetapkan. Pertimbangan aspek ergonomi didalam rancangan diharapkan akan mampu memperbaiki kinerja produk maupun fasilitas kerja seperti mengurangi waktu interaksi (*interaction time*), menekan tingkat kesalahan dalam pengoperasian (*human errors*), memperbaiki tingkat kepuasan pengguna (*user satisfaction*), dan mempermudah pemakaiannya (*device usability*) (Purwanto , 2014).

